

**K. Roziqin**  
**H. Purwanto**  
**I. Syafa'at**

Jurusan Teknik Mesin  
 Fakultas Teknik  
 Universitas Wahid Hasyim  
 Semarang  
 Jl Menoreh Tengah X/22  
 Semarang

e-mail:  
[roziqinuwh@gmail.com](mailto:roziqinuwh@gmail.com)  
[helmy\\_uwh@yahoo.co.id](mailto:helmy_uwh@yahoo.co.id)  
[i.syafaat@gmail.com](mailto:i.syafaat@gmail.com)

## **PENGARUH MODEL SISTEM SALURAN PADA PROSES PENGECORAN ALUMINIUM DAUR ULANG TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN CORAN PULLI DIAMETER 76 mm DENGAN CETAKAN PASIR**

*Pengecoran daur ulang merupakan salah satu alternatif pengembangan industri pengecoran di Indonesia. Pulli merupakan salah satu produk hasil pengecoran dengan bahan dari aluminium. Kualitas produk pengecoran salah satunya dipengaruhi oleh sistem saluran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengecoran secara bentuk visual, struktur mikro dan kekerasan terhadap variasi sistem saluran. Penelitian dilakukan dengan membuat tiga macam sistem saluran dengan temperatur tuang 700 °C. Hasil menunjukkan bahwa dari ketiga model sistem saluran tersebut pola saluran A dan pola saluran C tidak terdapat cacat penyusutan, sedangkan hasil coran pada pola saluran B masih terdapat cacat penyusutan yang terletak dibagian tengah coran. Pada pengamatan struktur mikro, pola saluran C lebih sedikit cacat porositasnya dibandingkan dengan pola saluran A dan B. Pada Uji kekerasan menunjukkan bahwa pola saluran A pada spesimen A1 dan A3 mempunyai kekerasan yang paling tinggi diantara spesimen yang lain yaitu sebesar 77,40 BHN. Sedangkan kekerasan terendah terdapat pada pola saluran C yaitu pada spesimen C2 sebesar 74,40 BHN. Hal tersebut karena laju pembekuan terakhir terletak pada bagian tengah coran. Jadi semakin lama laju pembekuannya semakin rendah kekerasannya.*

**Kata kunci:** *Pengecoran Cetakan Pasir, Aluminium Daur Ulang, Struktur Mikro, Kekerasan.*

### **Pendahuluan**

Pemanfaatan logam bekas menjadi bahan baku industri semakin meningkat, sehingga menjadi komoditi perdagangan dan mendorong berkembangnya usaha-usaha penampungan logam bekas di sekitar lokasi usaha. Salah satu jenis logam bekas (daur ulang) yang banyak digunakan untuk pengecoran adalah jenis logam aluminium. Untuk menghasilkan produk yang baik pada proses pengecoran salah satunya yaitu merencanakan model sistem saluran. Kualitas coran salah satunya tergantung pada sistem saluran yang diantaranya saluran turun, penambah, keadaan penuangan, dan lain lain. Sehingga sistem saluran perlu diperhatikan secara detail dan teliti, sehingga masalah tersebut perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh model sistem saluran terhadap kualitas coran yang dihasilkan pada coran pulli dengan diameter 76 mm.

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui hasil produk cor daur ulang paduan aluminium terhadap cacat penyusutan yang dipengaruhi oleh tiga bentuk model

sistem saluran yang digunakan pada temperatur tuang 700 °C.

2. Mengetahui struktur mikro dan kekerasan yang dipengaruhi oleh model sistem saluran yang digunakan pada temperatur tuang 700 °C.

### **Tinjauan Pustaka**

Taufik dan Slamet (2010) melakukan penelitian terhadap pengaruh model saluran tuang pada cetakan pasir terhadap hasil cor logam. Metode penelitian yang digunakan adalah menerapkan model saluran tuang tipe *offset basin* dan *offset stepped basin*. Hasil penelitian yang menggunakan pemeriksaan mikrofografi menunjukkan menggunakan cawan tuang *offset basin* maupun *offset stepped basin* dapat menghasilkan coran logam dengan cacat porositas lebih kecil dibandingkan tanpa menggunakan cawan tuang. Purnomo (2004), melakukan penelitian tentang pengaruh pengecoran ulang terhadap sifat mekanis pada paduan aluminium. Metode yang digunakan dengan melakukan pengecoran aluminium yang dilebur ulang tiga kali

dengan cetakan pasir. Hasil pengecoran menunjukkan bahwa pengecoran ulang akan berakibat penurunan sifat mekanis dari logam, yang terjadi akibat peningkatan porositas. Tjitro dan Hartanto (2002), melakukan penelitian tentang pengaruh modulus cor terhadap cacat penyusutan pada produk paduan Al-Si. Metode yang digunakan dengan menggunakan dua jenis riser yang memiliki modulus cor yang berbeda dengan proses pengecoran dengan cetakan pasir. Hasil menunjukkan bahwa modulus cor riser dan komposisi paduan berpengaruh terhadap terjadinya cacat penyusutan.

### Pengecoran

Coran dibuat dari logam yang dicairkan, dituang ke dalam cetakan, kemudian dibiarkan mendingin dan membeku. Oleh karena itu sejarah pengecoran dimulai ketika orang mengetahui bagaimana mencairkan logam dan bagaimana membuat cetakan. Hal itu terjadi kira-kira tahun 4.000 sebelum Masehi, sedangkan tahun yang lebih tepat tidak diketahui orang (Surdia dan Chijiwa, 1986).

### Penentuan tambahan penyusutan

Volume logam pada kondisi cair dan membeku terjadi perubahan penyusutan. Karena hal tersebut maka dalam perencanaan pola dimensi atau ukurannya harus ditambah dengan faktor penyusutan sesuai dengan logam yang akan di cor. (Surdia dan Chijiwa, 1986). Tabel 1 menunjukkan untuk tambahan penyusutan.

Dalam penelitian ini menggunakan bahan paduan aluminium sehingga yang digunakan untuk tambahan penyusutan sebesar 12/1.000

**Tabel 1.** Tambahan penyusutan yang disarankan (Surdia dan Chijiwa, 1986).

| Tambahan Penyusutan | Bahan                                            |
|---------------------|--------------------------------------------------|
| 8/1.000             | Besi cor, baja cor tipis                         |
| 9/1.000             | Besi cor, baja cor tipis yang banyak menyusut    |
| 10/1.000            | sama dengan atas & aluminium.                    |
| 12/1.000            | Paduan aluminium, Brons, baja cor (tebal 5-7 mm) |
| 14/1.000            | Kuningan kekuatan tinggi, baja cor.              |
| 16/1.000            | Baja cor (tebal lebih dari 10 mm)                |
| 20/1.000            | Coran baja yang besar                            |
| 25/1.000            | Coran baja besar dan tebal                       |

### Sistem Saluran

Sistem saluran adalah sistem yang dibuat dimana logam cair mengalir hingga ke rongga cetakan. Secara umum sistem saluran terdiri dari: cawan tuang, saluran turun, saluran pengalir, saluran masuk dan.

Cawan tuang adalah sebuah cekungan atau corong di cetakan yang menerima langsung logam cair dari ladle. Saluran turun adalah saluran dimana logam cair mengalir dari cawan tuang menuju saluran pengalir dan saluran masuk.

Pengalir adalah pembawa logam cair dari saluran turun dan mendistribusikan logam cair ke coran melalui saluran masuk. Saluran masuk adalah saluran yang menghubungkan saluran pengalir ke coran sehingga logam cair dapat masuk ke coran. Penambah adalah bagian lebih yang diberikan pada cetakan yang berfungsi untuk menambah cairan logam ketika terjadi penyusutan dan untuk menghindari penyusutan pada coran (Surdia dan Chijiwa, 1986).

### Uji Kekerasan Brinell

Uji kekerasan brinell digunakan untuk mengetahui kekerasan pada hasil pengecoran paduan aluminium. Sifat logam pada pengecoran seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sifat logam pada pengecoran (Amstead dan Ostwalt, 1995)

| Jenis logam     | Kekuatan Tarik (Mpa) | Keuletan (%) | Kekerasan (BHN) |
|-----------------|----------------------|--------------|-----------------|
| Besi dan baja   |                      |              |                 |
| Besi cor kelabu | 110 – 207            | 0 – 1        | 100 – 150       |
| Besi cor putih  | 310                  | 0 – 1        | 450             |
| Baja            | 276 – 2070           | 12 – 15      | 110 – 500       |
| Bukan Besi      |                      |              |                 |
| Aluminium       | 83 – 310             | 10 – 35      | 30 – 100        |
| Tembaga         | 345 – 689            | 5 – 10       | 50 – 100        |
| Magnesium       | 83 – 345             | 9 – 15       | 30 – 60         |
| Seng            | 48 – 90              | 2 – 10       | 80 – 100        |
| Titan           | 552 – 1034           | –            | 158 – 266       |
| Nikel           | 414 – 1103           | 15 – 40      | 90 – 250        |

Tabel 2. merupakan sifat dari logam yang sering dipergunakan dalam pengecoran, dimana dalam tabel tersebut terdapat sifat aluminium seperti kekerasan yaitu 30-100 BHN.

### Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

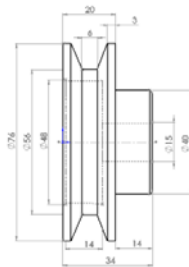
### Bahan Dasar

Bahan dan alat yang digunakan adalah daur ulang Aluminium, pasir cetak, tungku pengecoran, kowi, thermometer digital, blower, penjepit, sarung tangan, alat uji kekerasan, alat uji struktur mikro.

### Pembuatan Pola

Pola yang dipilih pada pembuatan pulli dari bahan kayu jati dengan jenis pola pejal. Pola kayu dipilih karena cepat pembuatannya, pengolahannya mudah dan biayanya murah.

Sedangkan ukuran pulli yang akan dibuat, yaitu pada Gambar 1 :



**Gambar 1.** Desain pulli

### Desain Sistem Saluran

Ukuran sistem saluran turun adalah 20 mm . Sedangkan tinggi saluran turun 100 mm.

Rencana desain sistem saluran akan dibuat dalam tiga bentuk, yaitu :

#### a. Pola Saluran A

Pola saluran A disebut juga sistem saluran langsung dimana coran dihubungkan langsung melalui saluran turun. Pola saluran A seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Pola Saluran A

#### b. Pola Saluran B

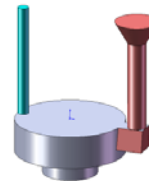
Pola saluran B disebut juga dengan sistem saluran pisah. Pola saluran B, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3** Pola Saluran B

#### c. Pola Saluran C

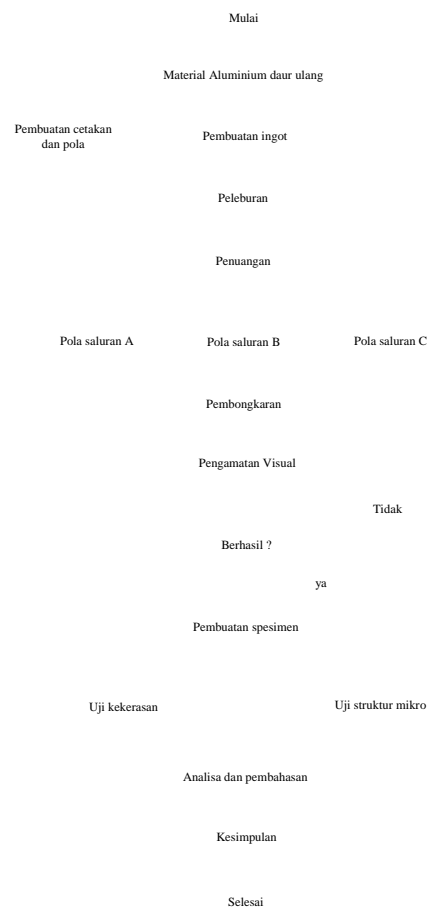
Pola saluran C disebut juga dengan sistem saluran pisah dengan penambah dimana saluran masuk terpisah dari coran dan penambah yang berfungsi untuk menambah jika terjadi penyusutan pembekuan dan sebagai kontrol bahwa cairan logam telah penuh masuk ke dalam rongga cetakan. Pola saluran C, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



**Gambar 4** Pola saluran C

### Diagram Alir Penelitian

Alur kegiatan yang berkaitan dengan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir Gambar 5 :



**Gambar 5.** Diagram Alir Penelitian

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Pengecoran

Dari hasil pengecoran dengan tiga model sistem saluran, maka diperoleh hasil pengecoran dengan temperatur tuang 700 °C, seperti ditunjukkan pada Gambar 6, 7, 8.



**Gambar 6.** Pola saluran A



**Gambar 7.** Pola saluran B

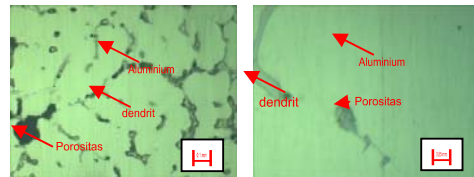


**Gambar 8.** Pola saluran C

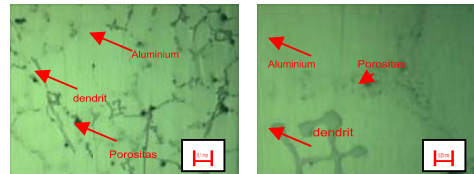
Gambar 6, 7, 8, memperlihatkan hasil Dari ketiga model sistem saluran tersebut hasil coran dapat dikatakan bahwa pola saluran A dan pola saluran C tidak terdapat cacat penyusutan, sedangkan hasil coran pada pola saluran B masih terdapat cacat penyusutan yang terletak ditengah coran. Cacat penyusutan terjadi akibat gas dan uap air terjebak didalam rongga cetakan yang tidak dapat keluar.

### Pengamatan Struktur Mikro

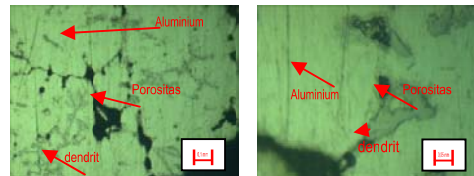
Hasil pengamatan struktur mikro dengan tiga model sistem saluran seperti ditunjukkan pada Gambar 9 sampai 17.



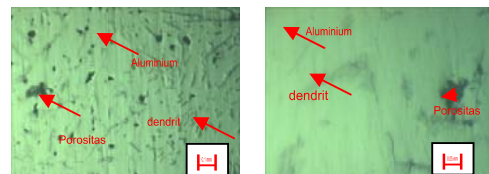
**Gambar 9.** Struktur Mikro pada Spesimen A1



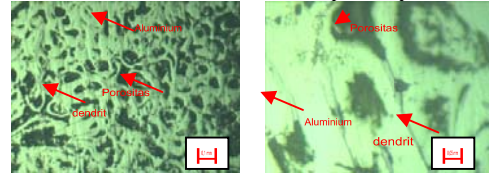
**Gambar 10.** Struktur Mikro pada Spesimen A2



**Gambar 11.** Struktur Mikro pada Spesimen A3



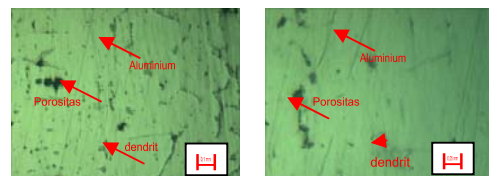
**Gambar 12.** Struktur Mikro pada Spesimen B1



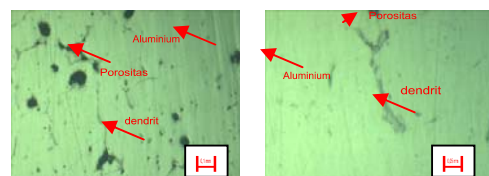
**Gambar 13.** Struktur Mikro pada Spesimen B2



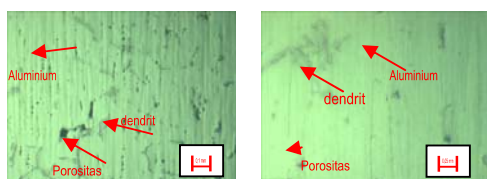
**Gambar 14.** Struktur Mikro pada Spesimen B3



**Gambar 15.** Struktur Mikro pada Spesimen C1



**Gambar 16.** Struktur Mikro pada Spesimen C2



Gambar 17. Struktur Mikro pada Spesimen C3

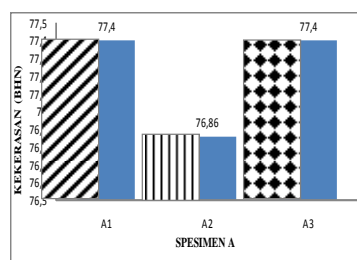
Dari hasil pengamatan struktur mikro pada ketiga sistem saluran tersebut adalah cacat porositas terjadi akibat gas yang terbawa dalam logam cair selama pencairan terjebak didalam rongga cetakan. Hasil struktur mikro pada pola saluran A cacat porositasnya terdapat dibagian tepi atau ujung yang jauh dari sistem saluran, sedangkan cacat porositas pada pola saluran B paling banyak terdapat pada bagian tengah dan ujung tepi yang jauh dari sistem saluran. Kemudian pada pola saluran C cacat porositas paling banyak terdapat dibagian tengah coran, sedangkan bagian tepi lebih sedikit cacat porositasnya. Jadi hasil struktur mikro pada pola saluran C lebih sedikit cacat porositasnya dibandingkan dengan pola saluran A dan paling banyak cacat porositasnya terdapat pada pola saluran B.

### Uji Kekerasan Brinell

Pengujian kekerasan dilakukan menggunakan alat *Rockwell Hardness Tester* Model HR-150A. Dari hasil pengujian data dimasukkan kedalam tabel sehingga di dapatkan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Kekerasan Brinell pada Spesimen A

| Spesi<br>men | Letak  | Titik |    |    |    |    | Rata-<br>rata<br>(BHN) |
|--------------|--------|-------|----|----|----|----|------------------------|
|              |        | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  |                        |
| A1           | Atas   | 78    | 78 | 77 | 77 | 77 | 77,4                   |
|              | Tengah | 78    | 78 | 77 | 77 | 78 | 77,6                   |
|              | Bawah  | 79    | 78 | 76 | 76 | 77 | 77,2                   |
| A2           | Atas   | 78    | 79 | 77 | 78 | 78 | 78                     |
|              | Tengah | 78    | 76 | 76 | 77 | 77 | 76,8                   |
|              | Bawah  | 76    | 75 | 75 | 76 | 77 | 75,8                   |
| A3           | Atas   | 75    | 76 | 77 | 77 | 78 | 76,6                   |
|              | Tengah | 76    | 77 | 77 | 78 | 79 | 77,4                   |
|              | Bawah  | 75    | 78 | 79 | 80 | 79 | 78,2                   |

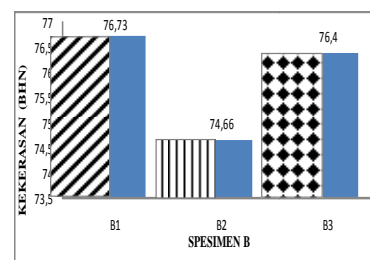


Gambar 18. Diagram Uji Kekerasan Brinell pada Spesimen A

Gambar 18. menunjukkan bahwa kekerasan rata-rata pada spesimen A1 dan A3 mempunyai kekerasan sebesar 77,4 BHN lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen A2 sebesar 76,86 BHN.

Tabel 4. Uji Kekerasan Brinell pada Spesimen B

| Spesimen | Letak  | Titik |    |    |    |    | Rata-<br>rata<br>(BHN) |
|----------|--------|-------|----|----|----|----|------------------------|
|          |        | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  |                        |
| B1       | Atas   | 77    | 77 | 77 | 76 | 76 | 76,6                   |
|          | Tengah | 77    | 77 | 77 | 76 | 77 | 76,8                   |
|          | Bawah  | 78    | 77 | 77 | 76 | 76 | 76,8                   |
| B2       | Atas   | 77    | 76 | 75 | 76 | 76 | 76                     |
|          | Tengah | 72    | 72 | 70 | 72 | 73 | 71,8                   |
|          | Bawah  | 77    | 76 | 75 | 76 | 77 | 76,2                   |
| B3       | Atas   | 75    | 76 | 77 | 77 | 77 | 76,4                   |
|          | Tengah | 76    | 76 | 76 | 77 | 78 | 76,6                   |
|          | Bawah  | 75    | 75 | 77 | 77 | 77 | 76,2                   |

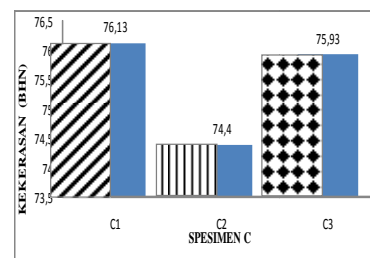


Gambar 19. Diagram Uji Kekerasan Brinell pada Spesimen B

Gambar 19. menunjukkan bahwa kekerasan paling tinggi pada spesimen B1 yaitu sebesar 76,73 BHN, sedangkan pada spesimen B2 mempunyai kekerasan terendah yaitu 74,66 BHN kemudian spesimen B3 mempunyai kekerasan sedang sebesar 76,4 BHN.

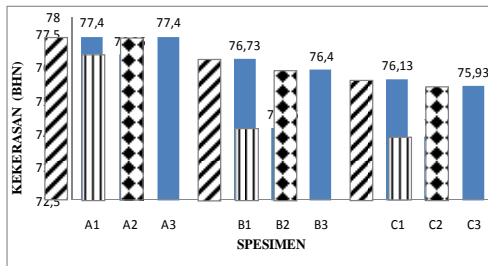
Tabel 4. Uji Kekerasan Brinell pada Spesimen C

| Spesimen | Letak  | Titik |    |    |    |    | Rata-<br>rata<br>(BHN) |
|----------|--------|-------|----|----|----|----|------------------------|
|          |        | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  |                        |
| C1       | Atas   | 77    | 77 | 75 | 76 | 76 | 76,2                   |
|          | Tengah | 77    | 75 | 75 | 76 | 74 | 75,4                   |
|          | Bawah  | 78    | 77 | 77 | 76 | 76 | 76,8                   |
| C2       | Atas   | 74    | 74 | 74 | 75 | 76 | 74,6                   |
|          | Tengah | 74    | 73 | 74 | 74 | 75 | 74                     |
|          | Bawah  | 74    | 75 | 74 | 74 | 76 | 74,6                   |
| C3       | Atas   | 74    | 77 | 76 | 76 | 75 | 75,6                   |
|          | Tengah | 76    | 75 | 77 | 77 | 76 | 76,2                   |
|          | Bawah  | 75    | 76 | 76 | 77 | 77 | 76                     |



Gambar 20. Diagram Uji Kekerasan Brinell pada Spesimen C

Gambar 20. menunjukkan bahwa kekerasan paling tinggi pada spesimen C1 yaitu sebesar 76,13 BHN, sedangkan pada spesimen B2 mempunyai kekerasan terendah yaitu 74,4 BHN kemudian spesimen B3 mempunyai kekerasan sedang sebesar 75,93 BHN.



**Gambar 21.** Diagram Uji Kekerasan pada Tiga Sistem Saluran

Gambar 21 menunjukkan pengaruh model sistem saluran pada pengecoran aluminium daur ulang terhadap kekerasan terlihat bahwa spesimen A1 dan A3 mempunyai kekerasan yang paling tinggi diantara spesimen yang lain yaitu sebesar 77,40 BHN.

Sedangkan kekerasan terendah terdapat pada spesimen C2 yaitu sebesar 74,40 BHN. Hal ini dikarenakan laju pembekuan terakhir terletak pada sumbu tengah sebuah coran. Jadi semakin lama laju pembekuannya semakin rendah kekerasannya. Nilai kekerasannya masih sesuai dengan batas kekerasan pada aluminium yaitu sebesar 30 – 100 BHN (Amstead dan Ostwalt, 1995) pada Tabel 2.4. Jadi pola saluran A lebih tinggi nilai kekerasannya dibanding dengan Pola saluran B dan pola saluran C. Hal tersebut dikarenakan pada pola saluran A laju pembekuannya lebih cepat dibanding dengan pola saluran B dan pola saluran C. Karena bentuk ukuran dari pola saluran A volume coran nya lebih kecil tanpa adanya saluran masuk dan penambah, selisih sedikit dengan pola saluran B adanya saluran masuk dan Pola saluran C volume corannya lebih besar karena adanya saluran penambah sehingga laju pembekuannya paling lambat. Jadi laju pembekuan dapat berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada pengecoran aluminium daur ulang.

### Penutup Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pengujian dan analisa dapat disimpulkan sebagai berikut;

1. Dari ketiga model sistem saluran tersebut hasil coran dapat dikatakan bahwa pola saluran A dan pola saluran C tidak terdapat cacat penyusutan, sedangkan hasil coran pada pola saluran B masih terdapat cacat penyusutan yang terletak ditengah coran. Cacat penyusutan terjadi akibat gas dan uap air terjebak didalam rongga cetakan yang tidak dapat keluar.
2. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada ketiga sistem saluran tersebut adalah cacat porositas terjadi akibat gas yang terbawa dalam logam cair selama pencairan terjebak didalam rongga cetakan. Hasil struktur mikro pada pola saluran C lebih sedikit cacat porositasnya dibandingkan dengan pola saluran A dan paling banyak cacat porositasnya terdapat pada pola saluran B.
3. Hasil pengujian kekerasan terlihat bahwa spesimen A1 dan A3 mempunyai kekerasan yang paling tinggi diantara spesimen yang lain yaitu sebesar 77,4 BHN. Sedangkan kekerasan terendah terdapat pada spesimen C2 yaitu sebesar 74,4 BHN. Hal ini dikarenakan laju pembekuan terakhir terletak pada sumbu tengah coran. Jadi semakin lama laju pembekuannya semakin rendah kekerasannya.

### Saran

Berdasarkan pelaksanaan dan hasil penelitian, maka:

1. Peneliti merekomendasikan untuk pola saluran C lebih baik digunakan pada pengecoran dengan cetakan pasir.
2. Saran yang dibutuhkan untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian yang sama dengan menambah saluran penambah pada bagian tengah yang terdapat cacat penyusutan dengan pembuatan coran minimal tiga kali percobaan untuk masing-masing model sistem saluran.

### Daftar Pustaka

- Amstead B.H. dan Ostwalt P.F., 1995, *Teknologi Mekanik*, Erlangga, Jakarta.
- Basuki B. dan Djuhana, 2005, *Pengaruh Analisa Penampang Riser Terhadap Cacat Pengecoran Logam Aluminium*, Jurnal material Metalurgi PUSPIPTEK Serpong Tangerang.
- Fleemings, M.C., 1974, *Solidification Processing*, Mc. Graw-Hill Book Company, pp. 134-135.

- Hardi S., 2008, *Teknik Pengecoran Logam*, BSE SMK, Departemen Pendidikan Nasional.
- Purwanto H., 2009, *Teknik Pengecoran*, Diktat Kuliah Teknik Mesin Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- Purnomo, 2004, *Pengaruh Pengecoran Ulang terhadap Sifat Mekanis pada Paduan Aluminium*, Jurnal Teknik Mesin Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Surdia T. dan Chijiwa K., 1986, *Teknik Pengecoran Logam*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Taufik H. dan Slamet S., 2010, *Pengaruh model saluran tuang pada cetakan pasir terhadap hasil cor logam*, Jurnal Teknik mesin Universitas Muria Kudus.
- Tjitro S. dan Hartanto L. S., 2002, *Pengaruh Modulus Cor Terhadap Cacat Penyusutan pada Produk Paduan Al-Si*, Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Kristen Petra.